

---

# **BACHELORARBEIT**

---

Herr  
**Romeo Beckert**

**Konzeption eines mobilen, frei  
konfigurierbaren GPS-Trackers  
Creating a mobile Device for  
tracking GPS-Data**

2016



---

# **BACHELORARBEIT**

---

## **Konzeption eines mobilen, frei konfigurierbaren GPS-Trackers**

Autor:

**Romeo Beckert**

Studiengang:

Angewandte Informatik

Seminargruppe:

IF13wl-B

Erstprüfer:

Prof. Dr. rer. nat. Christian Hummert

Zweitprüfer:

Prof. Dr. rer. pol. Dirk Pawlaszczyk

Mittweida, November 2016





---

# **BACHELORARBEIT**

---

## **Creating a mobile Device for tracking GPS-Data**

Author:

**Romeo Beckert**

Study Programme:

Angewandte Informatik

Seminar Group:

IF13wl-B

First Referee:

Prof. Dr. rer. nat. Christian Hummert

Second Referee:

Prof. Dr. rer. pol. Dirk Pawlaszczyk

Mittweida, November 2016



---

## **Bibliografische Angaben**

Beckert, Romeo: Konzeption eines mobilen, frei konfigurierbaren GPS-Trackers Creating a mobile Device for tracking GPS-Data, 35 Seiten, 8 Abbildungen, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences, Fakultät Angewandte Computer- und Biowissenschaften

Bachelorarbeit, 2016



# I. Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis .....	I
Abbildungsverzeichnis .....	II
Tabellenverzeichnis .....	III
1    Einleitung .....	1
1.1    GPS .....	3
1.1.1 Weltraumsegment .....	3
1.1.2 Steuersegment .....	3
Master Control Station .....	3
Überwachungsstationen .....	4
Bodenantennen .....	4
1.1.3 Nutzersegment .....	4
1.2    Konzeption .....	5
1.3    Plattform .....	7
1.3.1 NUCLEO F411RE .....	7
1.3.2 seeed studio SD Card Shield v4.3 .....	7
1.3.3 SparkFun GPS Shield .....	8
1.3.4 GlobalSat EM-506 .....	8
2    Methoden .....	11
2.1    Aufbau .....	11
2.2    Zugriff auf die SD-Karte .....	12
2.3    GPS einrichten .....	15
3    Diskussion .....	19
3.1    Ist dieser mobile GPS-Tracker besser konfigurierbar als fertige Produkte? .....	19
Mobiler, frei konfigurierbarer GPS-Tracker .....	19
860E .....	20
simvalley MOBILE SIM-Card-GSM/GPS-Sport & Personen-Tracker GT-420 .....	20
Profi GPS Tracker GT06A .....	20
Aaronia GPS Logger .....	21

---

GPS-Datenlogger GT-730 .....	21
3.2 Bietet der modulare Aufbau einen Vorteil gegenüber GPS-Trackern aus dem Handel? .....	22
Mobiler, frei konfigurierbarer GPS-Tracker .....	22
860E.....	23
simvalley MOBILE SIM-Card-GSM/GPS-Sport & Personen-Tracker GT-420 .....	23
Profi GPS Tracker GT06A .....	23
Aaronia GPS Logger .....	24
GPS-Datenlogger GT-730 .....	24
3.3 Kann der mobile, frei konfigurierbare Tracker besser in bestehende Anwendungen integriert werden als fertige Lösungen? .....	25
Mobiler, frei konfigurierbarer GPS-Tracker .....	25
860E.....	25
simvalley MOBILE SIM-Card-GSM/GPS-Sport & Personen-Tracker GT-420 .....	25
Profi GPS Tracker GT06A .....	26
Aaronia GPS Logger .....	26
GPS-Datenlogger GT-730 .....	26
4 Fazit .....	27
5 Ausblick.....	29
Literaturverzeichnis .....	31

---

## II. Abbildungsverzeichnis

1.1 NUCLEO F411RE (Eigenarbeit) .....	8
1.2 SD Card Shield v4.3 (Eigenarbeit) .....	9
1.3 SparkFun GPS-Shield (Eigenarbeit) .....	9
1.4 GPS Receiver – EM-506 (Eigenarbeit) .....	10
2.1 Aufbau des GPS-Trackers (Eigenarbeit) .....	11
2.2 wichtige Pins (Eigenarbeit) .....	12
2.3 Verbindung der Pins (Eigenarbeit) .....	13
2.4 Wichtige Komponenten des GPS Shieldes (Eigenarbeit) .....	14





## III. Tabellenverzeichnis

2.1 Zuordnung zwischen Signal und Pin .....	14
---------------------------------------------	----



# 1 Einleitung

In der heutigen Zeit, welche aufgrund der – zumindest subjektiv wahrgenommenen – immer weiter voranschreitenden Technologisierung durchaus als „vierte industrielle Revolution der Digitalisierung“ bezeichnet werden kann, sind große Mengen verschiedenster GPS-Tracker erhältlich, welche – so scheint es – für jedes erdenkliche Einsatzszenario konstruiert wurden. Doch ist dem wirklich so? Kann es nicht auch sein, dass es aufgrund der hochspezialisierten Anwendungsbereiche, welche infolge der verwendeten, möglicherweise sehr sensiblen Daten einer gesonderten Handhabung und Verarbeitung bedürfen, die Entwicklung eigener, eigens darauf abgestimmter Geräte von Vorteil wäre? Dem Sprichwort „Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser.“ folgend stellt sich die Frage, ob es empfehlenswert wäre den Angaben der zu erwerbenden Geräte geradeaus zu vertrauen oder ob die diesbezügliche Entwicklung eigener Lösungen nicht zumindest zu überdenken wäre. Die hier vorliegende Bachelorarbeit hat in diesem Zusammenhang die Konzeption eines mobilen, frei konfigurierbaren GPS-Trackers zum Thema. Neben der verwendeten Hardware und den für selbige getroffenen Auswahlkriterien wird gleichfalls auf die verwendeten Bibliotheken sowie im Speziellen auf den Aufbau des Systems und der Software eingegangen. Die Basis dieses Projekts bildet ein NUCLEO F411RE der Firma ST, welches mbed und Arduino-kompatibel ist. Der Umstand, dass die in diesem Board eingebetteten Systeme von ST einerseits weltweit in großer Zahl vertreten und andererseits auch eine Fülle an Erweiterungsplatinen gegeben sind sowie eine nur geringe Energieaufnahme notwendig ist, macht er zu einem idealen Ausgangspunkt. Als Programmiersprache fand C++ Verwendung, da diese den Vorteil der Hardwarenähe bietet und objektorientiert ist. Zusätzlich werden Erweiterungsplatinen für das persistente<sup>1</sup> Speichern von Informationen und der für das Beziehen der GPS-Daten benötigte Empfänger verwendet. Diese Arbeit zielt auf die Vorstellung der Erarbeitung eines funktionierenden Systems ab, wobei weder die verwendeten Bibliotheken, noch die Entwicklungsumgebung oder Hardware näher erläutert werden. Der erste Punkt des vorliegenden Textes befasst sich mit den Grundlagen der Funktionsweise von GPS, welche aber nicht tiefer gehend erklärt werden. Darauf folgt die Konzeption des vorliegenden Projekts, in welchem die im Vorfeld zu klärenden Fragen aufgeworfen werden, so dass ein strukturierter und geplanter Ablauf gewährleistet werden kann. Den darauf folgenden Kapiteln sind Informationen zu den verwendeten, einzelnen Hardwarekomponenten und deren Spezifikationen sowie dem Aufbau der Module und der Herstellung eines betriebsfähigen Systems zu entnehmen. Bei letzterem sind zudem deren Konfiguration, die zu beachtenden Besonderheiten sowie die entstandenen Probleme und daraus resultierenden Lösungen dargelegt. Gegen Ende dieser Arbeit werden aus den gewonnenen Erfahrungen heraus Überlegungen zur Verbesserung aufgegriffen, welche im Planungsstadium zukünftig Verwendung finden können, welche letztlich zu schnelleren Ergebnissen während der praktischen Komponente führen können. Abschließend

---

<sup>1</sup> nicht flüchtig

werden Möglichkeiten einer Fortführung dieses Projektes, welche unter anderem eine Erweiterung beinhalten, dargeboten.

## 1.1 GPS

„The Global Positioning System (GPS) is the only efficient method used for Global Navigation System (GNSS). GPS uses Medium Earth Orbit satellites, the constellation ranging from 24 to 32, in order to transmit precise microwave signals, which enable GPS receivers to determine the location, speed, direction, and time of the object which is being monitored.“ [10]

GPS<sup>2</sup> ist ein US-amerikanisches Dienstprogramm, dessen Leistungen sich auf Dienste innerhalb der Ortungs-, Navigations-, und Zeitbranche spezialisiert hat. Innerhalb dessen wird das System selbst in drei Abschnitte unterteilt: den Weltraum-, Steuer- sowie Nutzersegment. [14]

### 1.1.1 Weltraumsegment

Das den Weltraum umfassende Modul besteht aus insgesamt 31 Funkstationen an den Nutzer sendenden Satelliten, wobei die Vereinigten Staaten garantieren, dass zu 95% der Zeit mindestens 24 dieser Satelliten verfügbar sein sollen. Diese umkreisen die Erde zweimal täglich in einer Höhe von 20200 Kilometern im Erdorbit<sup>3</sup>, wo sie sich auf sechs Umlaufbahnen zu je vier Stück befinden. Infolgedessen ist es möglich an jedem Ort und nahezu zu jeder Zeit Sichtkontakt zu vier Satelliten herzustellen. Jeder weitere Satellit erhöht die Genauigkeit der Angaben, für eine Bestimmung an sich ist dies aber nicht zwingend erforderlich. [14]

### 1.1.2 Steuersegment

Die GPS-Satelliten werden zwecks Überwachung und Übertragung von Analysen, Daten sowie Befehlen von und an die Kontrollstation von einem weltumspannenden Netzwerk an Bodenstationen verfolgt, welche selbst in drei Abschnitte gegliederte Einrichtungen besteht. [14]

#### Master Control Station

Die MCS<sup>4</sup> ist die zentrale Steuer- und Kontrolleinheit des Global Positioning System, deren Stabilität und Genauigkeit mittels der erzeugten Navigationsnachrichten verbessert wird. Die Informationen der Überwachungsstationen werden beispielsweise für die Berechnung der Satellitenposition genutzt, deren Ergebnis letztlich an die ebendiese

---

<sup>2</sup> Global Positioning System

<sup>3</sup> Umlaufbahn um die Erde

<sup>4</sup> Master Control Station

gesendet wird. Das vielfältige Aufgabenspektrum der MCS erstreckt sich von der Fernwartung über die Überwachung bis hin zur Reaktion auf Anomalien der Satelliten. [14]

## **Überwachungsstationen**

Weltweit werden insgesamt 15 Überwachungsstationen betrieben, wobei sechs auf die US-amerikanische Air Force und neun auf die National Geospatial-Intelligence Agency entfallen. Von diesen aus unterliegen die GPS-Satelliten einer ständigen Überwachung, deren Overhead<sup>5</sup> zur MCS gesendet wird. Die Stationen selbst sammeln atmosphärische Daten, führen sowohl Bereich- als auch Trägermessungen durch und fangen, mittels spezieller GPS-Empfänger, Navigationssignale auf. [14]

## **Bodenantennen**

Die Bodenantennen kommunizieren mit den Satelliten zu Kontroll- und Befehlswzwecken. Navigationsdaten und Prozessorlast werden mittels des S-Bandes<sup>6</sup> gesendet, über welches ebenfalls die normale Befehlsübertragung stattfindet. Die vier Bodenantennenstandorte und die dazugehörigen Überwachungsstationen befinden sich im Speziellen in Kwajalein<sup>7</sup>, Ascension, Diego Garcia und Cape Canaveral. [14]

### **1.1.3 Nutzersegment**

Dieser Abschnitt umfasst jegliche Art der Nutzung, vom zivilen bis zum militärischen Gebrauch. Jedes moderne Mobiltelefon, die meisten Autos und sogar viele Uhren haben heutzutage einen GPS-Empfänger, deren Verwendung mittlerweile alltäglich geworden und größtenteils nicht mehr wegzudenken ist. [14]

---

<sup>5</sup> benötigte Zusatzinformationen

<sup>6</sup> Mikrowellen im Bereich von 460–1530 nm

<sup>7</sup> Mentschikowinseln

## 1.2 Konzeption

Wie sollte der GPS-Tracker aufgebaut sein?

„The first criteria (namely Type) differentiates between online and offline tracking systems. While online systems require the on-Board Unit to have permanent (available everytime and everywhere) connection with the central application. In the contrary Offline systems aggregate the collected data on a local storage unit and communicates with the central application only when the communication link available such as WiFi. The Offline systems focus on historical data processing and visualizing the generated reports (such as track a vehicle over a digital map). The offline system data transmission can be handled manually such as removing the on-Board Unit from the vehicle and connected it to a PC and transfer the data. Finally, some systems can be considered as online, offline or combined (online and offline) solutions.“ [9]

Der GPS-Tracker muss ein programmierbares Board, eine Teileinheit zum persistenten Speichern von Informationen und eine Einheit zum Empfangen von GPS-Daten beinhalten, wobei diese Einzelkomponenten alle auf eine gemeinsame, einheitliche Schnittstelle zurückgreifen können müssen. Des Weiteren sollte in Anbetracht des auf Mobilität abzielenden Konzeptes von der gemeinsamen Energieversorgung eine gewisse Spannung und Stromstärke – fünf Volt – nicht überschritten werden. Das hier dargelegte Projekt zeigt den Aufbau eines Offline-Trackers.

Aus welchen Bestandteilen muss dieser bestehen?

„Arduino offers both a hardware and a software platform and has rich documentation available online. Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. Thousands of people have chosen Arduino as their main tool to create all kinds of projects, from blinking lights to space exploration.“ [5]

Der Tracker selbst soll als Basis auf ein ST Nucleo Board aufbauen, welches mit der Arduino- und ST Morpho-Schnittstelle kompatibel ist. Damit Daten empfangen werden können soll der GPS-Empfänger EM-506 Verwendung finden, für dessen Funktion noch eine Platine benötigt wird. In diesem Fall bietet sich eine zur Arduino-Schnittstelle kompatible Platine an, da es eine von dem gleichen Hersteller im Sortiment gibt. Eine weitere Komponente ist eine Erweiterung mittels derer Informationen auf einer SD-Karte gespeichert werden können.

Durch die Verwendung der Arduino-kompatiblen Plattform können alle Arduino-spezifischen Elemente genutzt werden.

Welche Anforderungen sind gestellt?

„Apart from tracking in real time it will also simultaneously store the data of the traversed path in the memory card. The data which is stored in the memory card is extracted in a excel sheet and uploaded in Google Fusion Table to view in Google Maps. The system contains three modules: Arduino Mega 2560, GSM-GPS-GPRS SIM908 Shield, GPS Antenna.“ [8]

Ziel ist es, dass GPS-Daten, wie in dem Zitat beschrieben, mittels der genannten Hardware empfangen und unverändert – also im Rohformat – auf die SD-Karte geschrieben werden.



## 1.3 Plattform

„Storage memory can be added in the way of EEPROM, RAM or ash memory. The latter is non-volatile memory and easily available in the form of SD cards. Cards are available at every electronics shop and pack gigabytes of data storage for a low price. Every modern day SD card can communicate in a low power SPI mode, which is easy for the microprocessor to use.“ [7]

Die verwendete Plattform besteht aus einem Embedded System<sup>8</sup>, in diesem Fall dem NUCLEO F411RE, einem SD Card Shield von seeed studio sowie einem GPS Shield von SparkFun und dem GPS-Empfänger EM-506 von GlobalSat. Die einzelnen Komponenten sind über eine Arduino-kompatible Verbindung zusammengesteckt. Als Programmierungsumgebung kommt die mbed OS developer site<sup>9</sup> zum Einsatz. Der Einsatz von SD-Karten ist in der Hinsicht empfehlenswert, da sie – wie aufgeführt – ein sehr ausgewogenes Kosten-Nutzen-Verhältnis aufweisen, außerdem ist es möglich sie ohne größeren Aufwand auszutauschen.

### 1.3.1 NUCLEO F411RE

Das NUCLEO F411RE Board (Abb. 1.1) nutzt einen STM32F411RET6 Mikrocontroller von ST. Dieser ist Arduino (Arduino Uno Version 3) und STMicroelectronics Morpho, zu allen STM32 I/Os, kompatibel. Die CPU ist ein ARM Cortex-M4 32 bit mit integrierter FPU und einer Taktrate von 100 MHz. Des Weiteren stehen diesem 512 KB Flash zur Aufnahme des Programmes und 128 KB SRAM bereit. Ein ST-LINK/V2-1 Debugger ist mit in das Board integriert. Die Energieversorgung ist mit 3,3; 5 oder 7 bis 12 Volt möglich, wobei darauf zu achten ist welchen Beschränkungen die verwendeten Module in Bezug auf die Spannung unterliegen oder aber ob diese einen minimalen Wert voraussetzen, um das Beschädigungsrisiko zu minimieren. [2]

### 1.3.2 seeed studio SD Card Shield v4.3

Um Daten persistent zu speichern wird ein SD Card Shield (Abb. 1.2) der Firma seeed studio verwendet. Mittels einer Erweiterung können alle nicht genutzten Pins Weiterverwendung finden, wobei notwendigerweise zu berücksichtigen ist, dass sechs nicht standardisierte Pins genutzt werden müssen, um Informationen auf die SD-Karte zu schreiben beziehungsweise zu lesen. Es werden Datenträger bis zu einer Größe von 32 GB und die Standards SD sowie SDHC erkannt, allerdings werden ausschließlich die Dateisysteme FAT16 und FAT32 unterstützt. [12]

---

<sup>8</sup> eingebettetes System

<sup>9</sup> Eine Website die den passenden Compiler und Editor online zur Verfügung stellt.

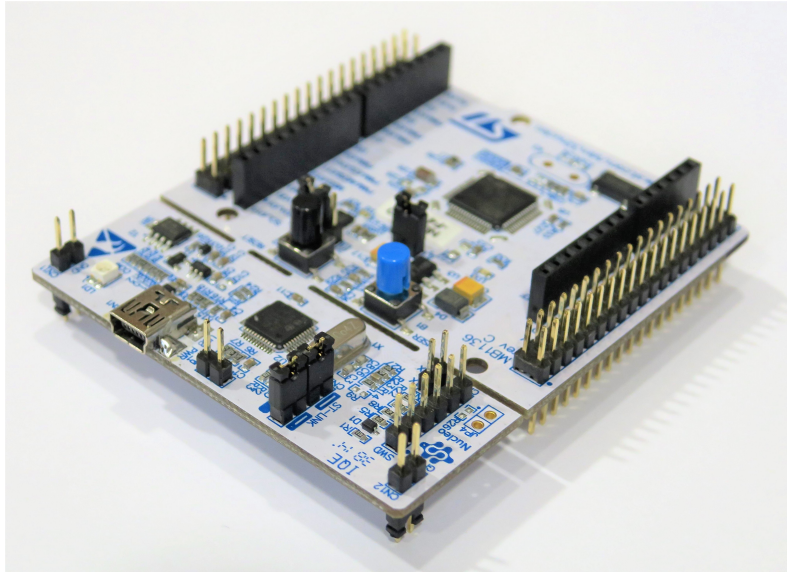


Abbildung 1.1: NUCLEO F411RE (Eigenarbeit)

### 1.3.3 SparkFun GPS Shield

Das GPS Shield (Abb. 1.3) der Firma SparkFun kann verschiedene GPS Empfänger aufnehmen. Daten können sowohl über die Standard Arduino TX/RX<sup>10</sup> Pins als auch mittels anderer Pins auf dem Board übertragen werden. Eine Steuerung der Energieversorgung des Moduls wird mittels eines Ein- beziehungsweise Ausschalters ermöglicht. Ferner befindet sich ein Arduino-Reset-Knopf auf der Oberseite des Shields. [15]

### 1.3.4 GlobalSat EM-506

Der GPS-Empfänger (Abb. 1.4) weist eine Abweichung von 2,5 Metern sowie eine Startzeit von 35 Sekunden auf, wobei sich diese bei einem Heißstart auf nur eine Sekunde verkürzt. Es besteht die Möglichkeit bis zu 48 Satelliten-Signale gleichzeitig zu empfangen. [14]

<sup>10</sup> Transmitter exchange/Receiver exchange

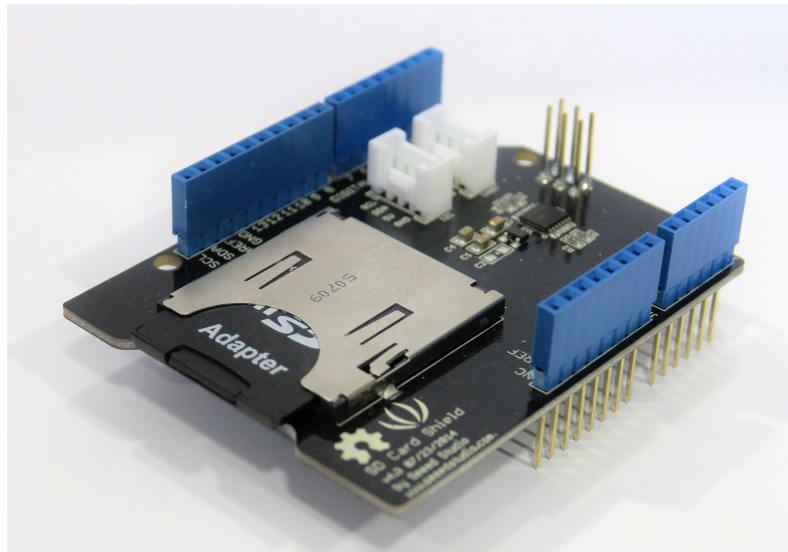


Abbildung 1.2: SD Card Shield v4.3 (Eigenarbeit)

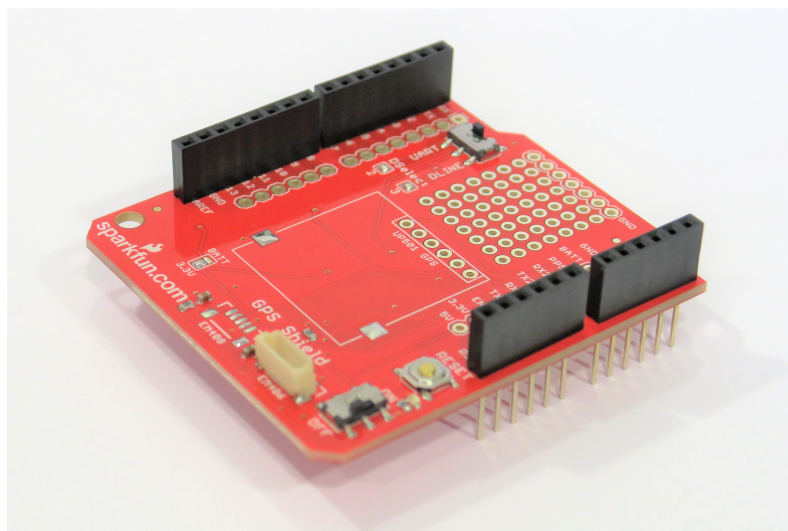


Abbildung 1.3: SparkFun GPS-Shield (Eigenarbeit)

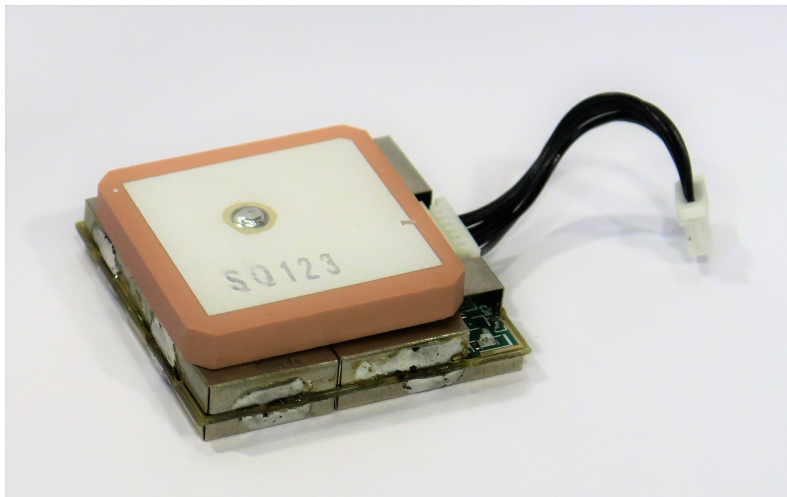


Abbildung 1.4: GPS Receiver – EM-506 (Eigenarbeit)

## 2 Methoden

Das nachfolgende Kapitel befasst sich im Einzelnen mit dem Verbinden der jeweiligen Elemente, dem benötigten, zu erstellenden Quellcode und den während der praktischen Umsetzung aufgetretenen Problemen. Teilweise waren die APIs der verwendeten Bibliotheken unzureichend bis nicht dokumentiert woraus letztlich vermeidbare Fehler erwuchsen, welche das Programm zumindest teilweise beeinträchtigten.

### 2.1 Aufbau

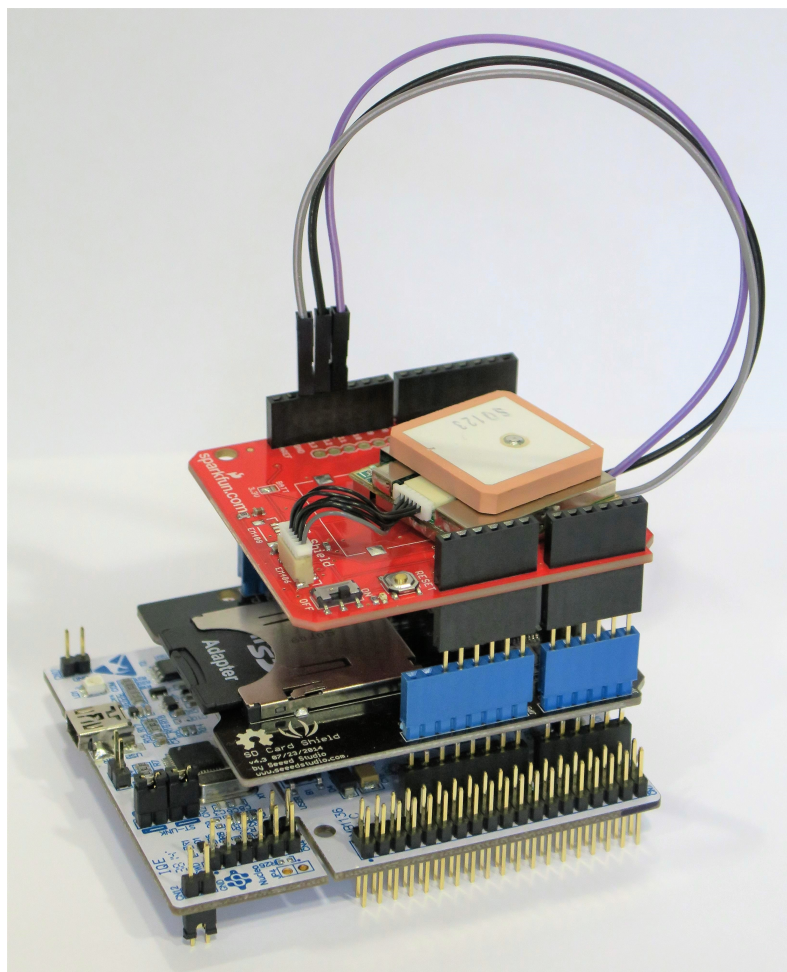


Abbildung 2.1: Aufbau des GPS-Trackers (Eigenarbeit)

Die bei der Erstellung verwendeten Module sind mit dem System des Arduino kompatibel. Auf den Nucleo muss das SD Card Shield aufgesetzt werden, wobei die erforderlichen Pins wie bei Abb. 2.3 gezeigt verbunden sein müssen. (Tab. 2.1).

Das GPS Shield wird auf das SG Card Shield aufgesteckt, gleichzeitig wird der GPS-



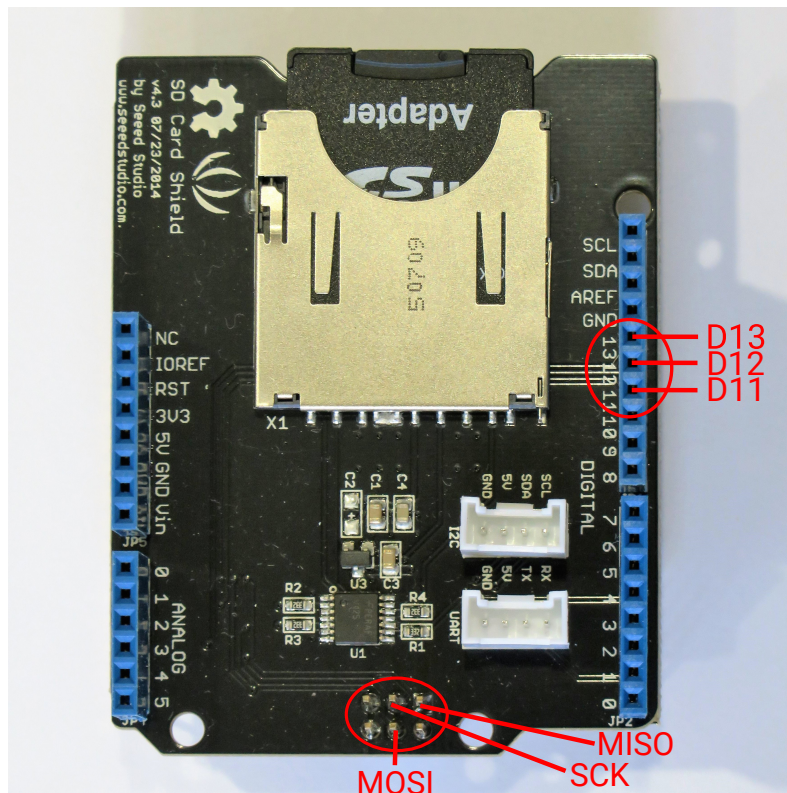


Abbildung 2.2: wichtige Pins (Eigenarbeit)

Empfänger an dem Steckanschluss (Abb. 2.4) angebracht. Dabei ist zu beachten, dass die Kontakte auf dem Shield nicht durch den Empfänger kurzgeschlossen werden, daher sollte eine isolierende Schicht – beispielsweise doppelseitiges Klebeband – zwischen diesen installiert sein. Da das Shield selbst nicht alle Kontakte weiterleitet sollte es, auch um nicht störend auf den GPS-Sensor zu wirken, als letztes Modul angebracht werden. Die Pins für das SD Card Shield sind auch auf diesem verfügbar und sind wie beschrieben nutzbar (Abb. 2.1). Da der GPS EM-506 Empfänger keine eigene Antenne besitzt und infolge dessen sehr empfindlich auf jedwede Störung reagiert, sollte der Einsatz vornehmlich im Freien, vorzugsweise mit direktem Sichtkontakt zum Himmel und in entsprechender Entfernung zu hohen Objekten, stattfinden.

## 2.2 Zugriff auf die SD-Karte

Um Daten auf eine SD-Karte speichern zu können, muss der nicht standardisierte 6-Pin-Anschluss genutzt werden, dessen Pins mittels Kabel auf die richtigen Stellen gesteckt sein müssen (Tab. 2.1).

Für Schreib- und Leseoperationen findet die SDFFileSystem Bibliothek Verwendung (Lis. 2.1).

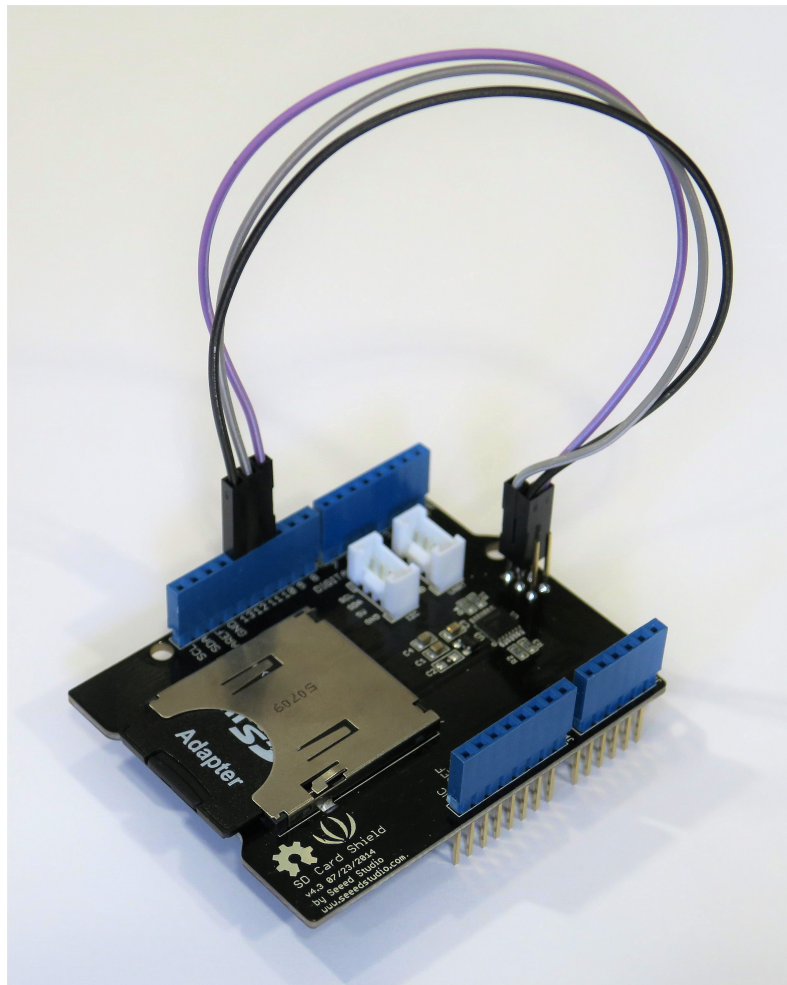


Abbildung 2.3: Verbindung der Pins (Eigenarbeit)

Listing 2.1: Schreiben auf eine SD-Karte.

```
#include "mbed.h"
#include "SDFileSystem.h"

SDFileSystem sd(D11, D12, D13, D4, "sd");
FILE *fp;

int main()
{
    wait(2);
    fp = fopen("/sd/File.txt", "a");
    if (fp != NULL) {
        fprintf(fp, "Text\n");
        fclose(fp);
    }
}
```

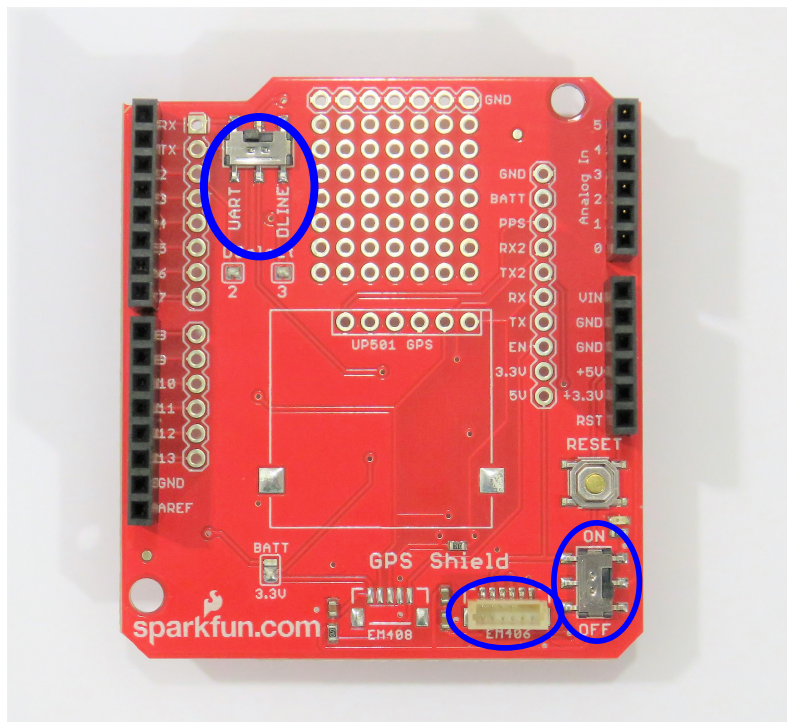


Abbildung 2.4: Wichtige Komponenten des GPS Shieldes (Eigenarbeit)

Signal	Pin
MOSI	D11
MISO	D12
SCK	D13
CS	D4

[12]

Tabelle 2.1: Zuordnung zwischen Signal und Pin

Für jedes mit dem mbed-Compiler erstellte Programm ist es erforderlich, dass die mbed.h Bibliothek geladen und die SDFFileSystem importiert werden.

```
#include "mbed.h"
#include "SDFFileSystem.h"
```

Es wird ein neues Objekt des Typs SDFFileSystem, einschließlich der genutzten Pins und der verwendeten Bezeichnung sowie eines Zeigers des Typs FILE, erstellt.

```
SDFFileSystem sd(D11, D12, D13, D4, "sd");
FILE *fp;
```

Im eigentlichen Hauptteil – int main() – wird die Datei File.txt geöffnet. Die Funktion fopen() öffnet die Datei auf welche der Pfad – „/sd/File.txt“ – zeigt, verbindet diese mit einem Stream und gibt einen Dateizeiger vom Typ FILE zurück. Sollte ein Fehler auftreten, so ist der zurückgegebene Wert NULL. Der zweite Parameter – „a“ – gibt an,



wie auf die Datei zugegriffen werden soll.

- r    Öffnet die Textdatei zum Lesen. Der Stream wird auf den Dateianfang positioniert.
- r+   Öffnet die Textdatei zum Lesen und Schreiben. Der Stream wird auf den Dateianfang positioniert.
- w    Der Dateiinhalt wird gelöscht oder diese zum Schreiben neu angelegt. Der Stream wird auf den Dateianfang positioniert.
- w+   Die Datei wird zum Lesen und Schreiben geöffnet. Wenn die Datei nicht existiert wird diese erstellt, anderenfalls wird diese abgeschnitten. Der Stream wird auf den Dateianfang positioniert.
- a    Öffnet die Datei zum Schreiben. Die Datei wird erzeugt, sofern sie nicht existiert. Der Stream wird auf das Dateende positioniert.
- a+   Öffnet zum Lesen und Schreiben. Die Datei wird erzeugt, wenn sie nicht existiert. Der Stream wird auf das Dateende positioniert.

[6]

In der Abbruchbedingung – `fp != NULL` – wird auf möglicherweise aufgetretene Fehler geprüft. Wenn keine vorhanden sein sollten wird in die Datei geschrieben – „Text \n“ – , welche als Zeiger übergeben wird. Zum Schluss wird der in die Datei schreibende Stream geschlossen.

```
int main()
{
    wait(2);
    fp = fopen("/sd/File.txt", "a");
    if (fp != NULL) {
        fprintf(fp, "Text\n");
        fclose(fp);
    }
}
```

## 2.3 GPS einrichten

Die in dem empfangenen Signal des Global Positioning System kodierten Daten werden unter Zuhilfenahme der Bibliothek SerialGPS ausgelesen.

```
#include "mbed.h"
#include "SDFileSystem.h"
#include "SerialGPS.h"

SDFileSystem sd(D11, D12, D13, D4, "sd");
FILE *fp;
```

```

SerialGPS gps(D1, D0, 4800);

int main()
{
    wait(2);

    while(1) {
        if (gps.sample()) {
            fp = fopen("/sd/gps.txt", "a");
            if (fp != NULL) {
                fprintf(fp, "sats_%d,_%d,_%d,_%d,_%d,_%d\n",
                    gps.sats, gps.longitude, gps.latitude, gps.alt, gps.geoid, gps.time);
                fclose(fp);
            }
            wait(1);
        }
    }
}

```

Um auf jene Daten zugreifen zu können müssen sowohl die SerialGPS als auch die mbed-Bibliothek geladen werden.

```

#include "mbed.h"
#include "SerialGPS.h"

```

Ein Objekt vom Typ SerialGPS ist zu initialisieren. Die übergebenen Parameter sind die zu nutzenden zwei Pins und die Baudrate<sup>11</sup>.

```

SerialGPS gps(D1, D0, 4800);

```

Die Informationen werden mittels des Aufrufs der if-Verzweigung abgefragt.

```

if (gps.sample()) {}

```

Diese wird nur aufgerufen sofern Daten, konkret ein Signal, vorhanden sind. Der genutzte Empfänger kann pro Sekunde nur einmal Daten übertragen, daher muss diese Zeit unabhängig des Ergebnisses gewartet werden. Sofern das Gerät kein Signal erhält vergeht eine Sekunde, bevor eine erneute Prüfung eingeleitet wird. Sollten jedoch

<sup>11</sup> Einheit für die Symbolrate in der Nachrichtentechnik. 1 Baud = 1 Symbol pro Sekunde.

Daten empfangen werden und demzufolge jenem GPS-Objekt Informationen zur Verfügung stehen, werden diese mittels Funktionen der SDFileSystem Bibliothek auf der SD-Karte gespeichert. Diese können sein:

gps.sats	Die Anzahl der verfügbaren Satelliten.
gps.longitude	Die geografische Länge beschreibt auf einer Nord-Süd-Linie die östliche oder westliche Position.
gps.latitude	Die geographische Breite gibt an, ob sich der Punkt innerhalb der nördlichen beziehungsweise südlichen Hemisphäre befindet. Der Äquator ist der Winkel 0, bis zu den Polen sind diese in jeweils 90 Grad (+ für Nord und - für Süd) aufgeteilt.
gps.alt	Altitude gibt die Höhe an, wobei das Nullpotenzial auf der selben Ebene des Meeresspiegels liegt.
gps.geoid	Diese dient zur Vermessung und Beschreibung der Erdform und der Definition von Höhen.
gps.time	Abzüglich 19 Sekunden entspricht dies der Internationalen Atomzeit.



## 3 Diskussion

Dieses Kapitel befasst sich mit einigen Thesen bezüglich des mobilen, frei konfigurierbaren GPS-Trackers und den folgenden fünf Produkten aus der Wirtschaft:

- 860E – mini GPS Trip Recorder [17]
- simvalley MOBILE SIM-Card-GSM/GPS-Sport & Personen-Tracker GT-420 [13]
- Profi GPS Tracker GT06A [3]
- Aaronia GPS Logger [1]
- GPS-Datenlogger GT-730 [4]

### 3.1 Ist dieser mobile GPS-Tracker besser konfigurierbar als fertige Produkte?

Der Einsatz eines GPS-Trackers ist nicht sonderlich beschränkt, bietet er doch vielfältige Nutzungsmöglichkeiten, so dass für beinahe jedes Anwendungsgebiet spezifische Lösungen und Anpassungen getroffen werden können. Doch was genau macht diesen Tracker besser konfigurierbar als andere Geräte?

Jene von der Industrie erhältliche Objekte weisen sich ebenfalls durch großen Umfang und Vielfalt aus, doch haben diese allzu oft den Nachteil nicht frei konfigurierbar zu sein. Wenn nun aber eine Angabe in einer speziellen, ungewöhnlichen Formatierung erfolgen oder in einem beispielsweise eher unüblichen Zeitintervall stattfinden soll, kann die Notwendigkeit bestehen den vorhandenen Quellcode zu bearbeiten. Bei käuflich erworbenen Trackern sähe sich der Nutzen nun aber mit dem Nachteil konfrontiert, dass von Seiten des Herstellers die verwendeten Quellen und/oder die genutzte Hardware nicht freigegeben sind, da dessen Erfolg und letztlich auch Umsatz maßgeblich von ebendieser Kombination an Hard- und Software abhängt.

#### **Mobiler, frei konfigurierbarer GPS-Tracker**

Bei der Nutzung eines mobilen, frei konfigurierbaren Trackers besteht die Möglichkeit, die auf der SD-Karte gespeicherte Ausgabe nach belieben anzupassen, da deren Reihenfolge oder Formatierung veränderbar ist. Auch das Intervall, innerhalb dessen das GPS-Signal gespeichert wird, ist variabel und kann beliebig abgeändert werden. Dabei ist lediglich zu beachten, dass die mögliche Frequenz bei maximal einem Hertz liegt, gleichwohl kann diese nach Wunsch beispielsweise auch eine Stunde betragen. Des Weiteren besteht die Möglichkeit mittels GPS-Zeit einen zeitlichen Rahmen festzulegen, innerhalb dessen geloggt werden soll, so dass der vorhandene Speicherplatz

effektiver genutzt wird, da – sofern sich die Position des Geräts für eine festgelegte Zeit nicht verändert – während dieser keine Informationen gesichert werden.

### 860E

Dieses Gerät bietet innerhalb eines Intervalls von einem bis fünf Hertz die Möglichkeit verschiedenste Parameter zu speichern, im Konkreten Angaben bezüglich der Längen- und Breitengrade, Höhe, Datum, Uhrzeit sowie Geschwindigkeit. Neben der Möglichkeit das Objekt ein- und auszuschalten ist ferner eine Update-Rate einstellbar. Ebenjene Features bietet auch der frei konfigurierbare Tracker, im Unterschied zu dem 860E ist dessen Intervall jedoch auf maximal ein Hertz beschränkt. [17]

Kriterium	860E	freier Tracker
Update-Intervall veränderbar	eingeschränkt	beliebig (im Rahmen der Hardware)
Wegpunktinhalt	fest vorgegeben	frei wählbar
Daten Speicher	lokal	lokal
Software erforderlich	nein	nein
Zusatzkosten	nein	nein

### simvalley MOBILE SIM-Card-GSM/GPS-Sport & Personen-Tracker GT-420

Der GT-420 wird mittels einer App – IOS und Android – betrieben, wofür das Gerät allerdings zuerst anhand eines Nutzerkontos registriert werden muss. Im Gegensatz zu den beiden oben genannten Loggern kann die Einstellung bezüglich der Wegpunkte pro Sekunde nicht variiert werden, zudem geht die Nachverfolgung online vonstatten, wofür die entsprechenden Daten via eines GSM-Netzes übertragen werden. Dieses Setup weist den Nachteil auf, dass es in keiner Weise verändert werden kann, da alle Einstellungen bereits von Hersteller vorgenommen und jedwede Daten auf einem Server zwischengespeichert werden. [13]

Kriterium	GT-420	freier Tracker
Update-Intervall veränderbar	nein	beliebig (im Rahmen der Hardware)
Wegpunktinhalt	fest vorgegeben	frei wählbar
Daten Speicher	online	lokal
Software erforderlich	ja	nein
Zusatzkosten	ja	nein

### Profi GPS Tracker GT06A

Dieser GPS-Logger von Carmodule kommuniziert mittels SMS oder mobiler Datendienste über das GSM-Netz und speichert die erlangten Daten ebenfalls online auf einem Server. Das Intervall um die genaue Position aufzuzeichnen ist fest definiert.

In diesem Fall ergibt sich der Nachteil, dass keine Veränderungen in den Geräteeinstellungen vorgenommen werden können, sondern das sich die komplette Interaktion stattdessen auf das Webinterface bezieht. [3]

Kriterium	GT06A	freier Tracker
Update-Intervall veränderbar	nein	beliebig (im Rahmen der Hardware)
Wegpunktinhalt	fest vorgegeben	frei wählbar
Daten Speicher	online	lokal
Software erforderlich	nein	nein
Zusatzkosten	ja	nein

### Aaronia GPS Logger

Der Aaronia GPS-Logger kann Informationen über USB streamen oder auf einer MicroSD-Karte speichern. Die Aktualisierungsrate des Empfängers liegt bei maximal 35 Protokollierungen pro Sekunde, wobei diese im Gegensatz zum GT06A veränderbar ist. Um die aufgezeichneten Daten auszuwerten ist die mitgelieferte Software – Unterstützung für Windows, MAC OS und Linux – einzusetzen. Somit bietet dieser Tracker eine Konfiguration des Gerätes in begrenzten Umfang an. [1]

Kriterium	GT06A	freier Tracker
Update-Intervall veränderbar	ja	beliebig (im Rahmen der Hardware)
Wegpunktinhalt	fest vorgegeben	frei wählbar
Daten Speicher	lokal	lokal
Software erforderlich	ja	nein
Zusatzkosten	nein	nein

### GPS-Datenlogger GT-730

Der GT-730 besitzt keine Funktion um Einstellungen am Gerät vornehmen zu können. [4]

Kriterium	GT06A	freier Tracker
Update-Intervall veränderbar	nein	beliebig (im Rahmen der Hardware)
Wegpunktinhalt	fest vorgegeben	frei wählbar
Daten Speicher	lokal	lokal
Software erforderlich	ja	nein
Zusatzkosten	nein	nein

## **3.2 Bietet der modulare Aufbau einen Vorteil gegenüber GPS-Trackern aus dem Handel?**

Fertige GPS-Tracker sitzen in einem kompakten Gehäuse, welches meistens aus Plastik besteht. Einige beherbergen eine interne Stromversorgung, andere greifen auf eine externe Quelle zurück. Wichtige Komponenten, neben dem teilweise wechselbaren Speicher, können nicht ausgetauscht werden, da in diesem Fall zumindest ein Garantieverlust eintritt und bei gravierenderen Schäden letztlich das gesamte Gerät auszutauschen wäre. Es kann auch nicht ein Teil gegen ein neueres – z. B. der GPS-Empfänger gegen einen Leistungsfähigeren – getauscht werden. Dieser mobile GPS-Tracker erfüllt genau diese Punkte. Das GPS-Shield, der Empfänger, das SD-Kartenmodul und selbst das Board von ST können gegen andere Komponenten ausgetauscht werden. Die einzig notwendige Bedingung ist, dass diese zueinander kompatibel sind und der Quellcode neu kompiliert und eventuell andere Bibliotheken verwendet werden müssen. Die einzelnen Teile sind mittels einer Steckverbindung zusammengefügt und nicht verlötet, was einen schnellen Austausch ermöglicht. Lösungen aus der Wirtschaft bieten zwar einerseits den Vorteil, dass diese sehr kompakt gehalten sind, haben aber andererseits den Nachteil, dass die einzelnen Komponenten sehr dicht aufeinander sitzen und miteinander verlötet sind, was einen möglichen Umbau erheblich erschwert. Ein weiterer, zu beachtender Aspekt ist der eigentliche Verwendungszweck. Sofern die Energieversorgung gesichert und das Signal in einer ausreichenden Qualität übertragen ist, können die einzelnen Elemente getrennt und über Kabel verbunden werden. So kann sich der Tracker beispielsweise in einem Fahrzeug befinden, während der dazugehörige Empfänger an der Außenseite des Vehikels angebracht ist. Als ein weiter Vorteil ist zu nennen, dass eine Erweiterung relativ einfach und schnell vorgenommen werden kann. Mittels einer drahtlosen Kommunikationsschnittstelle könnten Daten direkt auf einen Server hochgeladen und ausgewertet werden, so dass sich Positionsverfolgungen in Echtzeit oder automatische Warnsysteme mit diesen Informationen speisen lassen. Es gibt kompatible Platinen für GSM, WLAN, Bluetooth und Kommunikation über Satellit, eine andere Möglichkeit wäre der Datenaustausch über Ethernet. In Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit und Aktualisierungsrate des GPS könnten die Daten verschlüsselt übertragen werden, dabei ist jedoch in Betracht zu ziehen, dass der relativ geringe Speicher möglicherweise nicht ausreichen könnte.

### **Mobiler, frei konfigurierbarer GPS-Tracker**

Die einzelnen Module – Board, SD-Karten-Shield, GPS-Shield und GPS-Empfänger – sind austauschbar. Eine Erweiterung ist aufgrund des Stecksystems relativ einfach möglich und sehr schnell zu realisieren. Die einzelnen Komponenten können räumlich getrennt verbaut und über Kabel angeschlossen werden.



**860E**

Der GPS-Recorder ist kompakt gebaut und beinhaltet einem integrierten Akku. In einem Raum von 46 x 32 x 15 mm befinden sich alle verbauten Teile – unter anderem GPS-Empfänger, Speicher, Akku, CPU, Board – die auf einer Platine miteinander verlötet sind. Einzelne Teile können nur schwer oder gar nicht ausgetauscht beziehungsweise repariert werden. Der Speicher fasst bis zu 125000 Wegpunkte, dieser kann aber nicht erweitert oder durch einen größeren ersetzt werden. Im Übrigen ist es von Seiten des Herstellers nicht vorgesehen dieses Produkt zu erweitern. [17]

Kriterium	860E	freier Tracker
Speicher	fest verbaut	austauschbar (bis 32 GB)
integrierter Akku	ja	nein
Betriebszeit min.	nicht angegeben	-
Betriebszeit max.	12 Stunden	-
erweiterbar	nein	ja
GSM Modul	nein	nein

**simvalley MOBILE SIM-Card-GSM/GPS-Sport & Personen-Tracker GT-420**

Der 27 x 52 x 14 mm große simvalley MOBILE GT-420 verfügt über einen integrierten Akku sowie ein GSM-Modul. Ein Speicher ist nicht verbaut. Der Akku ist mit einer Betriebszeit von 10 Stunden bis 6 Monaten angegeben. Die in dem Gehäuse liegenden Komponenten sind fest miteinander verbunden, ein Erweitern oder Tauschen von einzelnen Bestandteilen ist nur unter dem Verlust der Garantie und Verwendung von Werkzeug zum Öffnen des Gehäuses und zur Zerlegung der Elektronik möglich. Eine hardwareseitige Erweiterung ist nicht vorgesehen. [13]

Kriterium	860E	freier Tracker
Speicher	online	austauschbar (bis 32 GB)
integrierter Akku	ja	nein
Betriebszeit min.	10 Stunden	-
Betriebszeit max.	6 Monate	-
erweiterbar	nein	ja
GSM Modul	ja	nein

**Profi GPS Tracker GT06A**

Der Profi GPS Tracker GT06A von Carmodule beinhaltet ein GSM/GPRS-Modul und einen Backup-Akku. Ein interner Speicher ist nicht verbaut, da alle Daten mittels des GSM-Netzes an einen Server geschickt werden. Es besteht keine Möglichkeit diesen Tracker in irgendeiner Weise zu erweitern. [3]

Kriterium	860E	freier Tracker
Speicher	online	austauschbar (bis 32 GB)
integrierter Akku	ja	nein
Betriebszeit min.	-	-
Betriebszeit max.	6 Stunden	-
erweiterbar	nein	ja
GSM Modul	ja	nein

### Aaronia GPS Logger

In dem Gehäuse des Aaronia GPS Logger sitzen fünf Sensoren: ein GPS Sensor, ein 3D Kompass, ein 3D/Triaxial Beschleunigungssensor, ein 3D/Triaxial Gyro / Tilt Sensor und ein Altimeter / Drucksensor. Die von den Sensoren erfassten Informationen können auf einer bis zu 2GB großen MikroSD-Karte gespeichert oder über USB an einen Rechner gestreamt werden. Dieses Gerät besitzt einen sehr großen Funktionsumfang, aber auch in diesem Fall ist eine Erweiterung nicht möglich. [1]

Kriterium	860E	freier Tracker
Speicher	austauschbar (bis 2GB)	austauschbar (bis 32 GB)
integrierter Akku	ja	nein
Betriebszeit min.	-	-
Betriebszeit max.	48 Stunden	-
erweiterbar	nein	ja
GSM Modul	nein	nein

### GPS-Datenlogger GT-730

Die Ausstattungsmerkmale des GPS-Datenlogger GT-730 sind ein integrierter Akku und ein fest verbauter Speicher, der maximal 256000 Werte aufnehmen kann. Dieser ist mit den Maßen von 18 x 76 x 29 mm vergleichsweise klein. Der Tracker kann nicht erweitert oder verändert werden. [4]

Kriterium	860E	freier Tracker
Speicher	fest verbaut	austauschbar (bis 32 GB)
integrierter Akku	ja	nein
Betriebszeit min.	-	-
Betriebszeit max.	18 Stunden	-
erweiterbar	nein	ja
GSM Modul	nein	nein

### **3.3 Kann der mobile, frei konfigurierbare Tracker besser in bestehende Anwendungen integriert werden als fertige Lösungen?**

Viele GPS-Tracker bieten einen großen Umfang an Anwendungsmöglichkeiten. Doch diese sind in fertigen Formen definiert und spezielle Anforderungen für eine Integration in ein bestehendes System sind meisten sehr kostspielig oder aber nicht möglich. Ein frei konfigurierbarer GPS-Tracker hingegen ist an die bestehenden Anforderungen anpassbar. Daten können mittels einer Verbindung in der gewünschten Form geliefert werden, so dass nicht erst noch eine Anpassung der Schnittstellen, beispielsweise durch das Einsetzen eines Parsers oder durch die Umwandlung von Datentypen, erfolgen muss.

#### **Mobiler, frei konfigurierbarer GPS-Tracker**

Durch das hohe Maß an Freiheit bezüglich der Konfigurierbarkeit und dem modularen Aufbau kann der mobile, frei konfigurierbare GPS-Tracker in beinahe jegliche bestehende Anwendung integriert werden. Eine große Auswahl an Erweiterungsmöglichkeiten sorgt für die nötige Konnektivität, um sich den Anforderungen anzupassen und die freie Strukturierung der Daten und deren Schnittstelle sowie geforderte Normen oder Standards zu erfüllen.

#### **860E**

Der mini GPS Trip Recorder wurde entwickelt, um die Zeit einer Strecke, die Geschwindigkeit oder überwundene Höhe einer Reise aufzuzeichnen. Eine anderes mögliches Einsatzzenario wäre die Verwendung als Photo Tagger oder einfach um den zurückgelegten Weg nachverfolgen zu können. Soll dieser Tracker in eine bestehende Anwendung integriert werden gestaltet sich dies schwierig. Weder kann dieser durch andere Module erweitert noch die Ausgabe angepasst werden. Die Möglichkeit zur Positionsabfrage ist aufgrund fehlender Netzwerkfähigkeit nicht gegeben.

#### **simvalley MOBILE SIM-Card-GSM/GPS-Sport & Personen-Tracker GT-420**

Der als mobile Sport- und Personen-Tracker entwickelte GT-420 von simvalley MOBILE ist mit einem GSM-Modul ausgestattet und somit an ein Netzwerk angebunden. Dieses Gerät wurde konzipiert um Routen nachzuverfolgen oder Personen, beispielsweise Kinder oder Senioren, zu überwachen. Da die Daten auf einen Server hochgeladen werden und nur mittels eines registrierten Accounts und einer App abrufbar sind, erschwert dies die Integration in ein bestehendes System. Um Informationen automatisiert auszuwer-

ten müsste die Schnittstelle der App zerlegt und untersucht werden, um Daten auch mit einem anderen, auf einem Server oder Rechner laufenden Dienst abzurufen. Dieses Verfahren ist sehr aufwendig und erfordert eine Schnittstelle in Form einer vermittelnden Schicht zwischen dem eigenen System und der Datenquelle der App. Sollte eine andere Art der Informationsübertragung genutzt werden, z.B. via Bluetooth oder WLAN, sind die Grenzen des Machbaren für dieses Produkt ausgeschöpft.

### **Profi GPS Tracker GT06A**

Mittels SMS-Technik oder durch die Nutzung mobiler Datendienste teilt der Profi GPS Tracker seine Position an berechtigte Geräte mit. Um eine aufgezeichnete Route nachvollziehen zu können ist zwangsläufig ein Onlineportal zu nutzen. Sollen die Positionsdaten automatisch ausgewertet werden, sind diese per SMS an die betreffende Maschine zu senden. Sollte der Onlinedienst Verwendung finden besteht die Notwendigkeit das Onlineportal zu parsen, um an die relevanten Informationen zu gelangen. Durch den Umstand, dass dieser Tracker nicht erweiterbar ist und die Daten nicht frei formatiert werden können, müssen diese erst in ein passendes Format konvertiert werden.

### **Aaronia GPS Logger**

Durch seine zusätzlichen Sensoren ist der Aaronia GPS Logger für einige Anwendungsbereiche interessant. Dieser verfügt über einen MikroSD Kartenslot – unterstützt bis 2 GB – und kann direkt an einen Rechner angeschlossen werden. Um Daten an einen räumlich getrennten Punkt zu übertragen, könnte dies mittels eines Rechners – z.B. ein Einplatinencomputer wie der Raspberry Pi – geschehen. Die zugehörige Software wird von allen gängigen Betriebssystemen unterstützt, so dass die Informationen aus dieser ausgelesen werden können. Ein direktes Übermitteln von Datensätzen ist nicht möglich, entsprechend benötigte Hardware ist nicht integrierbar.

### **GPS-Datenlogger GT-730**

Dieser GPS-Tracker besitzt einen integrierten Speicher, auf welchen mittels USB und einer speziellen Software zugegriffen wird. Es besteht keine Möglichkeit diesen automatisiert zu nutzen. Eine Erweiterung ist nicht möglich und die Daten können nicht über eine Schnittstelle per Stream übertragen werden.

## 4 Fazit

Die hier vorliegende Arbeit dokumentiert den Entwurf und die Erarbeitung eines mobilen, frei konfigurierbaren GPS-Trackers. Innerhalb dieser wurden auf theoretischer Ebene die Entwicklung eines solchen Gerätes nebst deren möglicher Praxisbezüge reflektiert. Es ist möglich mit einem NUCLEO F411RE und dessen Zubehör einen GPS-Tracker zu bauen.

Der in diesem Projekt verwendete Aufbau lieferte trotz zahlreicher Versuche und wiederholter, unterschiedlicher Herangehensweisen innerhalb vielfältiger Teststrecken letztlich kein verwertbares GPS-Signal. Beispielhaft wurde der mobile, frei konfigurierbare GPS-Tracker innerhalb folgender Umgebungen getestet:

- in allen Räumen einer Altbauwohnung
- innerhalb eines Wohngebiets
- auf einer unbebauten Freifläche umgeben von Gebäuden
- auf einem Parkplatz außerhalb des Fahrzeugs
- innerhalb eines Fahrzeugs während einer circa eineinhalbstündigen Fahrt
- auf einer Anhöhe an einem Waldstück

Als Kontrollinstanz wurde jeweils ein GPS-fähiges Smartphone eingesetzt, welches während der Versuche auch immer Kontakt zu mindestens einem Satelliten aufbauen konnte. Trotz der Bemühung zur Fehlervermeidung könnten sich rückblickend dennoch einige unbeabsichtigte Störquellen ergeben haben:

- Da der sensible GPS-Empfänger aufgrund fehlender Isolierung möglicherweise durch physischen Kontakt mit dem SparkFun GPS-Shield zu einem Kurzschluss hätte führen können, wurde dieser in einer Kunststoffhülle verpackt. Schon diese minimale Abschirmung könnte erhebliche negative Auswirkungen auf das zu erzielende Ergebnis gehabt haben.
- Des Weiteren könnte das Fehlen einer Antenne die Qualität des zu empfangenden Signals nachhaltig beeinträchtigt haben.
- Ferner ist zu bemerken, dass das SparkFun GPS-Shield ursprünglich für die Nutzung in Kombination mit dem Empfänger EM-406 konzipiert wurde. In dem hier dokumentierten Projektaufbau wurde allerdings dessen Nachfolgemodell, der EM-506, verwendet, was gegebenenfalls zu Beeinträchtigungen oder gar bis hin zur Funktionsunfähigkeit geführt haben könnte.
- In Ermangelung von Vergleichsobjekten konnten möglicherweise gegebene, baueigene Fehler und Defekte nicht ausgeschlossen werden.
- Letztlich könnten aber auch bibliotheksinterne Fehler dazu geführt haben, dass die angesprochene Funktion kein Resultat lieferte.

Die drei aufgegriffenen Hypothesen wurden beantwortet:

- Ist dieser mobile GPS-Tracker besser konfigurierbar als fertige Produkte?  
Durchaus, denn selbiger kann komplett eigenständig eingerichtet werden. Durch den vollen Zugriff auf den Quellcode kann, im Gegensatz zu fertigen Trackern, alles nach Wunsch eingestellt werden.
- Bietet der modulare Aufbau einen Vorteil gegenüber GPS-Trackern aus dem Handel?  
In der Tat, die Verbindung von einzelnen Platinen über eine Steckverbindung ermöglicht einen einfachen Umbau oder eine Erweiterung.
- Kann der mobile, frei konfigurierbare Tracker besser in bestehende Anwendungen integriert werden als fertige Lösungen?  
Ja, da aufgrund des hohen Maßes an Konfigurierbarkeit und des modularen Aufbaues dieses Gerät an fast jede Anforderung angepasst werden kann.

Diese Arbeit dokumentiert, dass ein GPS-Tracker nach eigenen Kriterien gebaut und eingestellt werden kann.

## 5 Ausblick

In Anbetracht der Möglichkeit, dass dieses Projekt zu einem späteren Zeitpunkt fortgeführt oder gar als Grundlage einer weiteren, darauf aufbauenden Arbeit dienen soll, ist es unerlässlich, dass die exakten Störquellen ausgemacht und behoben werden. Dieses ist zwangsläufig mit weiteren Testreihen zu untersuchen und belegen.

Primär sollte dafür Sorge getragen werden, dass mögliche, baubedingte Fehler ausgeschlossen sind. Exemplarische wäre dabei die Ergänzung des sensiblen Bausatzes durch eine entsprechende Antenne und die Entfernung der Kunststoffhülle des Sensors zu nennen.

Sollte dies noch nicht ausreichend sein, so ist es notwendig, dass ein weiteres, baugleiches Objekt zu Vergleichszwecken herangezogen wird.

Letztlich sollte in Betracht gezogen werden, dass der verwendete Sensor EM-506 möglicherweise mit dem SparkFun GPS-Shield inkompatibel sein könnte und daher stattdessen das Vorgängermodell, der EM-406, Verwendung finden sollte.





## Literaturverzeichnis

- [1] *Aaronia AG*  
Aaronia GPS Logger mit 6 Sensoren  
<http://www.aaronia.de/Datenblaetter/Messgeraete/Aaronia-GPS-Logger.pdf>, *Abruf: Datum 01.11.2016*
  
- [2] *ARM mbed*  
NUCLEO-F411RE  
<https://developer.mbed.org/platforms/ST-Nucleo-F411RE/>, *Abruf: Datum 10.10.2016*
  
- [3] *brother inc*  
Profi GPS Tracker GT06A  
<http://www.brotherinc.de/gps/gt06a.pdf>, *Abruf: Datum 04.11.2016*
  
- [4] *Conrad Electronic SE*  
GPS-Datenlogger Gt-730 mit Akku  
[http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/350000-374999/373686-an-01-ml-GPS\\_DATENLOGGER\\_GT\\_730\\_MIT\\_A\\_de\\_en\\_fr\\_nl.pdf](http://www.produktinfo.conrad.com/datenblaetter/350000-374999/373686-an-01-ml-GPS_DATENLOGGER_GT_730_MIT_A_de_en_fr_nl.pdf),  
*Abruf: Datum 04.11.2016*
  
- [5] *David - Alexandre Davenne*  
Bachelor's Thesis (UAS) GPS TRACKER – Designing and prototyping hardware and software  
[http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/65405/Thesis\\_David\\_Davenne.pdf?sequence=1](http://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/65405/Thesis_David_Davenne.pdf?sequence=1), *Abruf: 06.11.2016*
  
- [6] *Grundkurs C*  
Dateien öffnen  
Rheinwerk Verlag, Bonn 2010  
1. Auflage 2010, 1., korrigierter Nachdruck 2015
  
- [7] *Harm Hermesen*  
Master Thesis, Using Artificial Intelligence, Dept of Artificial Intelligence, University of Groningen, The Netherlands: GPS and Accelerometer Data for Rowing Race Tracking  
[http://www.ai.rug.nl/~mwiering/Thesis\\_Harm\\_Hermesen.pdf](http://www.ai.rug.nl/~mwiering/Thesis_Harm_Hermesen.pdf), *Abruf: 06.11.2016*
  
- [8] *Imperial Journal of Interdisciplinary Research (IJIR)*

Vol-2, Issue-5, 2016

ISSN: 2454-1362, <http://www.onlinejournal.in>, *Abruf: 06.11.2016*

- [9] *(IJACSA) International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, Vol. 6, No. 1, 2015

Public Transportation Management System based on GPS/WiFi and Open Street Maps

<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.677.4515&rep=rep1&type=pdf#page=203>, *Abruf: 06.11.2016*

- [10] *International Science Press*

Cloud Computing based Real-Time Vehicle Tracking and Speed Monitoring System

I J C T A, 9(4), 2016, pp. 49-56, <http://www.serialsjournals.com/serialjournalmanager/pdf/1464006332.pdf>, *Abruf: 06.11.2016*

- [11] *Official U.S. Government information about the Global Positioning System (GPS) and related topics*

What is GPS?

<http://www.gps.gov/systems/gps/>, *Abruf: 31.08.2016*

- [12] *Seeed Development Limited*

SD Card shield V4.0

[http://wiki.seeed.cc/SD\\_Card\\_shield\\_V4.0/](http://wiki.seeed.cc/SD_Card_shield_V4.0/), *Abruf: Datum 10.10.2016*

- [13] *simvalley MOBILE*

simvalley MOBILE SIM-Card-GSM/GPS-Sport & Personen-Tracker GT-420

[http://www.pearl.de/pdocs/PX3916\\_11\\_156215.pdf](http://www.pearl.de/pdocs/PX3916_11_156215.pdf), *Abruf: Datum 04.11.2016*

- [14] *SparkFun Electronics*

GPS Receiver - EM-506 (48 Channel)

<https://www.sparkfun.com/products/12751>, *Abruf: Datum 10.10.2016*

- [15] *SparkFun Electronics*

SparkFun GPS Shield Kit

<https://www.sparkfun.com/products/retired/13199>, *Abruf: Datum 10.10.2016*

- [16] *STMicroelectronics*

NUCLEO-F411RE

[http://www.st.com/content/st\\_com/en/products/evaluation-tools/product-evaluation-tools/mcu-eval-tools/stm32-mcu-eval-tools/stm32-mcu-nucleo/nucleo-f411re.html](http://www.st.com/content/st_com/en/products/evaluation-tools/product-evaluation-tools/mcu-eval-tools/stm32-mcu-eval-tools/stm32-mcu-nucleo/nucleo-f411re.html), *Abruf: Datum 10.10.2016*

[17] *Transystem Inc.*

860E

<http://www.transystem.com.tw/product/97/860E%20Manual%20V1.0.pdf>,

*Abruf: Datum 04.11.2016*



## Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich meine Arbeit selbstständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und die Arbeit noch nicht anderweitig für Prüfungszwecke vorgelegt habe.

Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht.

Mittweida, 08.11.2016